

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-135750

(43)Date of publication of application : 22.05.1998

(51)Int.Cl.

H03F 3/60  
H03F 3/195

(21)Application number : 08-291625

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 01.11.1996

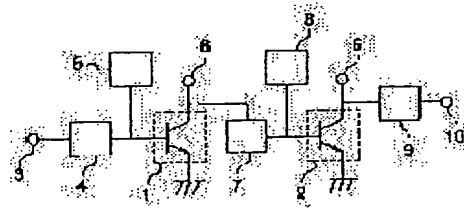
(72)Inventor : SHIMURA TERUYUKI  
MIURA TAKESHI  
TAKAGI SUNAO

## (54) MICROWAVE BAND AMPLIFIER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a microwave band amplifier which excels in the distortion characteristics by grounding the bipolar transistors of the preceding and next stages via their emitters or bases and actuating one of both transistors in a base current constant mode and the other in a base voltage constant mode respectively.

**SOLUTION:** A bipolar transistor TR 1 of the preceding stage is actuated in a base current constant mode, and a bipolar TR 2 of the next stage is actuated in a base voltage constant mode. Thus, the phase rotates in the positive direction at the preceding stage and then rotates in the negative direction at the next stage respectively. As a result, both modes are canceled with the total phase of an amplifier and it's possible to secure a state where the phase of the output power Pout of the next stage does not rotate at all to the input power Pin of the preceding stage. As the rotation of the phase produced at the preceding stage is canceled by the rotation of the phase of the next stage, the rotation of the total phase of the amplifier can be suppressed. In such a constitution, a microwave band amplifier which excels in the distortion characteristic is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

11.09.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**BEST AVAILABLE COPY**

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>H 0 3 F 3/60  
3/195

識別記号

F I

H 0 3 F 3/60  
3/195

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 18 頁)

(21)出願番号

特願平8-291625

(22)出願日

平成8年(1996)11月1日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 紫村 輝之

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72)発明者 三浦 猛

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72)発明者 高木 直

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74)代理人 弁理士 早瀬 憲一

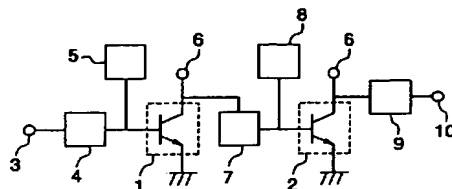
(54)【発明の名称】 マイクロ波帯アンプ

(57)【要約】

【課題】 歪特性の優れた、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプを実現する。

【解決手段】 前段、及び後段のバイポーラトランジスタを、いずれもエミッタ接地とし、前段のバイポーラトランジスタをベース電流一定モードで動作するものとし、後段のバイポーラトランジスタをベース電圧一定モードで動作するものとした。

【効果】 前段で生じる位相の回転が後段の位相の回転によりキャンセルされることにより、アンプトータルでの位相の回転を抑制でき、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを実現できる。



- 1: 前段のバイポーラトランジスタ
- 2: 後段のバイポーラトランジスタ
- 3: RF入力端子
- 4: 前段のバイポーラトランジスタの入力整合回路
- 5: 定電流源
- 6: 電源電圧端子
- 7: 段間整合回路
- 8: 定電圧源
- 9: 後段のバイポーラトランジスタの出力整合回路
- 10: RF出力端子

# 【特許請求の範囲】

【請求項1】 増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがエミッタ接地、又はそのいずれもがベース接地であり、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、他方のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

【請求項2】 請求項1記載のマイクロ波帯アンプにおいて、上記ベース電圧一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、上記ベース電流一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されていることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

【請求項3】 請求項1記載のマイクロ波帯アンプにおいて、上記ベース電流一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、上記ベース電圧一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するような電圧に設定されていることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

【請求項4】 増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものであり、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該一方のバイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、他方のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該他方のバイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するような電圧に設定されていることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

【請求項5】 増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、

前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該一方のバイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、他方のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該他方のバイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されていることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

10 【請求項6】 増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作する、又はそのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタがベース接地であり、他方のバイポーラトランジスタがエミッタ接地であることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

20 【請求項7】 請求項6記載のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものであり、かつ、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該一方のバイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、他方のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該他方のバイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するような電圧に設定されていることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

30 【請求項8】 請求項6記載のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、かつ、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該一方のバイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、他方のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該他方のバイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されていることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

40 【請求項9】 増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、他方のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであり、

作するものであり、

上記ベース電圧一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、

上記ベース電流一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されていることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

【請求項10】 増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、他方のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであり、

上記ベース電流一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、

上記ベース電圧一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するような電圧に設定されていることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

【請求項11】 増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段バイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、後段のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

【請求項12】 増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段( $n$ は3以上の整数)構成のマイクロ波帯アンプにおいて、

各段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがエミッタ接地、又はそのいずれもがベース接地であり、 $n$ 段のうちの $m$ 段( $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、残りの( $n-m$ )段のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

【請求項13】 増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段( $n$ は3以上の整数)構成のマイクロ波帯アンプにおいて、

各段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものであり、

$n$ 段のうちの $m$ 段( $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までの

のいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、残りの( $n-m$ )段のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するような電圧に設定されていることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

【請求項14】 増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段( $n$ は3以上の整数)構成のマイクロ波帯アンプにおいて、

各段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、

$n$ 段のうちの $m$ 段( $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、残りの( $n-m$ )段のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されていることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

【請求項15】 増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段( $n$ は3以上の整数)構成のマイクロ波帯アンプにおいて、

各段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作する、又はそのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、

$n$ 段のうちの $m$ 段( $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタがベース接地であり、残りの( $n-m$ )段のバイポーラトランジスタがエミッタ接地であることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

【請求項16】 増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段( $n$ は3以上の整数)構成のマイクロ波帯アンプにおいて、

$n$ 段のうちの $m$ 段( $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであり、残りの( $n-m$ )段のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、上記 $m$ 段のうちの $k$ 段( $k$ は1以上 $m$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、

上記残りの( $n-m$ )段のバイポーラトランジスタ及び上記 $m$ 段のうちの残りの( $m-k$ )段のバイポーラトランジスタのうちの少なくとも1つが該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するようにバイアスされているものであることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

【請求項17】 増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段( $n$ は3以上の整数)構成のマイクロ波帯アンプにおいて、

10

20

30

40

50

n段のうちのm段（mは1以上n-1以下の整数）のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、残りの（n-m）段のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであり、上記m段のうちのk段（kは1以上m以下の整数）のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、

上記残りの（n-m）段のバイポーラトランジスタ及び上記m段のうちの残りの（m-k）段のバイポーラトランジスタのうちの少なくとも1つが該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するようにバイアスされているものであることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

【請求項18】 増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用したn段（nは3以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、

各段のバイポーラトランジスタはそのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものであり、

n段のうちのm段（mは1以上n-1以下の整数）のバイポーラトランジスタがエミッタ接地で動作するものであり、残りの（n-m）段のバイポーラトランジスタがベース接地で動作するものであり、

上記m段のうちのk段（kは1以上m以下の整数）のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、

上記残りの（n-m）段のバイポーラトランジスタ及び上記m段のうちの残りの（m-k）段のバイポーラトランジスタのうちの少なくとも1つが該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するようにバイアスされているものであることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

【請求項19】 増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用したn段（nは3以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、

各段のバイポーラトランジスタはそのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、

n段のうちのm段（mは1以上n-1以下の整数）のバイポーラトランジスタがエミッタ接地で動作するものであり、残りの（n-m）段のバイポーラトランジスタがベース接地で動作するものであり、

上記m段のうちのk段（kは1以上m以下の整数）のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、

上記残りの（n-m）段のバイポーラトランジスタ及び

上記m段のうちの残りの（m-k）段のバイポーラトランジスタのうちの少なくとも1つが該バイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作するようにバイアスされているものであることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

【請求項20】 増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用したn段（nは3以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、

初段バイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、

最終段のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであることを特徴とするマイクロ波帯アンプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用したマイクロ波帯アンプに関し、特に歪特性に優れたマイクロ波帯アンプに関するものである。

20 【0002】

【従来の技術】デジタル携帯電話等に使用されるマイクロ波帯高出力アンプには、隣接チャネルとの混信を防ぐために低歪特性が要求される。歪特性を改善するためにはアンプに使用しているトランジスタの入力信号・出力信号の位相の回転及び利得の圧縮を抑制すればよい。

【0003】従来のマイクロ波帯高出力アンプでは、増幅素子として使用されるトランジスタの特性に起因して生じる位相の回転や利得の圧縮を補償するため、トランジスタの前段にダイオード、FET、バイポーラトランジスタを挿入していた。また、優れた歪特性を要求される、高出力、高効率2段アンプにおいては、通常、1段目の素子は線型領域（歪が小さい、すなわち、利得の圧縮量、位相の回転量がともに少ない領域）で使用し、2段目の素子では、歪の規格を満たす範囲で出力電力、及び付加効率を向上させようとする。そして、従来のマイクロ波帯アンプでは、前段（1段目）の素子の線型領域を大きくするため、及び後段（2段目）の素子の付加効率向上のために、それぞれの素子のサイズを大きくしていた。

40 【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来のマイクロ波帯アンプは、位相の回転や利得の圧縮を補償するためにトランジスタの前段に他の素子を挿入していたため、部品点数が増加し、コスト増を招くという問題点があった。

【0005】また、従来のマイクロ波帯アンプは、優れた歪特性を要求される、高出力、高効率2段アンプを作製するために、素子のサイズを大きくしていたため、回路全体が大型化してしまうという問題点があった。

【0006】この発明は上記の問題を解消するためになされたもので、部品点数を増加させることなく、歪特性

を向上できるマイクロ波帯アンプを実現することを目的とする。

【0007】また、この発明は、優れた歪特性をもつ、高出力、高効率の2段アンプを、素子のサイズを変えることなく実現することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項1）は、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがエミッタ接地、又はそのいずれもがベース接地であり、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、他方のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものである。

【0009】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項2）は、請求項1記載のマイクロ波帯アンプにおいて、上記ベース電圧一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、上記ベース電流一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されているものである。

【0010】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項3）は、請求項1記載のマイクロ波帯アンプにおいて、上記ベース電流一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、上記ベース電圧一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するような電圧に設定されているものである。

【0011】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項4）は、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものであり、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該一方のバイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、他方のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該他方のバイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するような電圧に設定されているものである。

【0012】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ

（請求項5）は、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該一方のバイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、他方のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該他方のバイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されているものである。

【0013】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項6）は、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作する、又はそのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタがベース接地であり、他方のバイポーラトランジスタがエミッタ接地であるものである。

【0014】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項7）は、請求項6記載のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものであり、かつ、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該一方のバイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、他方のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該他方のバイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するような電圧に設定されているものである。

【0015】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項8）は、請求項6記載のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、かつ、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該一方のバイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、他方のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該他方のバイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されているものである。

【0016】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項9）は、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタ

10

20

30

40

50

タがベース電流一定モードで動作するものであり、他方のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであり、上記ベース電圧一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、上記ベース電流一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されているものである。

【0017】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項10）は、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、他方のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであり、上記ベース電流一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、上記ベース電圧一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するような電圧に設定されているものである。

【0018】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項11）は、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段バイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、後段のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものである。

【0019】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項12）は、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段（ $n$ は3以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがエミッタ接地、又はそのいずれもがベース接地であり、 $n$ 段のうちの $m$ 段（ $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものである。

【0020】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項13）は、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段（ $n$ は3以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものであり、 $n$ 段のうちの $m$ 段（ $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがB級に近いAB級か

らC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するような電圧に設定されているものである。

【0021】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項14）は、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段（ $n$ は3以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、 $n$ 段のうちの $m$ 段（ $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されているものである。

【0022】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項15）は、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段（ $n$ は3以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作する、又はそのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、 $n$ 段のうちの $m$ 段（ $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタがベース接地であり、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタがエミッタ接地であるものである。

【0023】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項16）は、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段（ $n$ は3以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、 $n$ 段のうちの $m$ 段（ $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであり、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、上記 $m$ 段のうちの $k$ 段（ $k$ は1以上 $m$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、上記残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタ及び上記 $m$ 段のうちの残りの（ $m-k$ ）段のバイポーラトランジスタのうちの少なくとも1つが該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するようにバイアスされているものである。

【0024】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項17）は、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段（ $n$ は3以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、 $n$ 段のうちの $m$ 段（ $m$ は1以上

10

20

30

40

50

$n-1$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、残りの( $n-m$ )段のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであり、上記 $m$ 段のうちの $k$ 段( $k$ は1以上 $m$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、上記残りの( $n-m$ )段のバイポーラトランジスタ及び上記 $m$ 段のうちの残りの( $m-k$ )段のバイポーラトランジスタのうちの少なくとも1つが該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するようにバイアスされているものである。

【0025】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ(請求項18)は、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段( $n$ は3以上の整数)構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタはそのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものであり、 $n$ 段のうちの $m$ 段( $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタがエミッタ接地で動作するものであり、残りの( $n-m$ )段のバイポーラトランジスタがベース接地で動作するものであり、上記 $m$ 段のうちの $k$ 段( $k$ は1以上 $m$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、上記残りの( $n-m$ )段のバイポーラトランジスタ及び上記 $m$ 段のうちの残りの( $m-k$ )段のバイポーラトランジスタのうちの少なくとも1つが該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するようにバイアスされているものである。

【0026】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ(請求項19)は、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段( $n$ は3以上の整数)構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタはそのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、 $n$ 段のうちの $m$ 段( $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタがエミッタ接地で動作するものであり、残りの( $n-m$ )段のバイポーラトランジスタがベース接地で動作するものであり、上記 $m$ 段のうちの $k$ 段( $k$ は1以上 $m$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、上記残りの( $n-m$ )段のバイポーラトランジスタ及び上記 $m$ 段のうちの残りの( $m-k$ )段のバイポーラトランジスタのうちの少なくとも1つが該バイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作するようにバイアスされているものである。

【0027】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ(請求項20)は、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段( $n$ は3以上の整数)構成のマイクロ波帯アンプにおいて、初段バイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、最終段のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものである。

【0028】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 図1は本発明の実施の形態1によるマイクロ波帯アンプの構成を示す回路図である。図において、1は前段のバイポーラトランジスタ、2は後段のバイポーラトランジスタ、3はRF入力端子である。4は前段のバイポーラトランジスタの入力整合回路であり、入力インピーダンスを決める回路である。5は定電流源、6は電源電圧端子、7は段間整合回路、8は定電圧源である。9は後段のバイポーラトランジスタの出力整合回路であり、出力インピーダンスを決める回路である。10はRF出力端子である。

【0029】また、図2は本実施の形態1によるマイクロ波帯アンプの効果を説明するための図であり、図において、11は入力電力( $P_{in}$ )に対する前段のバイポーラトランジスタ1の出力電力の位相の回転量、12は入力電力( $P_{in}$ )に対する後段のバイポーラトランジスタ2の出力電力の位相の回転量、13はアンプトータルの入力電力( $P_{in}$ )に対する出力電力の位相の回転量をそれぞれ示す。

【0030】次に動作について説明する。本実施の形態1によるマイクロ波帯アンプでは、前段のバイポーラトランジスタ1をベース電流( $I_B$ )一定モードで、後段のバイポーラトランジスタ2をベース電圧( $V_B$ )一定モードで動作させる。バイポーラトランジスタを $I_B$ 一定モードで動作させると、入出力のインピーダンス、特に、入力インピーダンスを適切に設定することにより、インピーダンスの広い範囲で位相は正方向に回転する。すなわち、前段のバイポーラトランジスタ1は入出力のインピーダンスを適当に調節することによって、入力電力( $P_{in}$ )が増加したときの位相の回転を正の方向にすることができる。

【0031】逆に、バイポーラトランジスタを $V_B$ 一定モードで動作させると、入出力のインピーダンス、特に、入力インピーダンスを適切に設定することにより、インピーダンスの広い範囲で位相は負方向に回転する。すなわち、後段のバイポーラトランジスタ2は、入出力のインピーダンスを適当に調節することによって、入力電力( $P_{in}$ )が増加したときの位相の回転を負の方向にすることができる。

【0032】従って、図2に示すように、前段のバイポーラトランジスタ1の位相11は正方向に回転し、後段のバイポーラトランジスタの位相12は負方向に回転す



るので、アンプトータルの位相13では両者がキャンセルされ、前段のPinに対して後段の出力(Pout)は位相がまったく回転していないという状態が実現できる。

【0033】このように、本実施の形態1によるマイクロ波帯アンプでは、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタをいずれもエミッタ接地とし、前段のバイポーラトランジスタ1が $I_B$ 一定モードで動作するものとし、後段のバイポーラトランジスタ2が $V_B$ 一定モードで動作するものとしたから、前段で生じる位相の回転が後段の位相の回転によりキャンセルされることにより、アンプトータルでの位相の回転を抑制でき、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを実現できる。

【0034】なお、上記実施の形態1では、前段のバイポーラトランジスタが $I_B$ 一定モードで、後段のバイポーラトランジスタが $V_B$ 一定モードで動作するものとしたが、前段のバイポーラトランジスタが $V_B$ 一定モードで、後段のバイポーラトランジスタが $I_B$ 一定モードで動作するものとしてもよく、上述した、前段で生じる位相の回転が後段の位相の回転によりキャンセルされることによるアンプの歪特性の向上の効果を奏する。ただし、優れた歪特性を要求される、高出力、高効率2段アンプを構成する場合、前段のバイポーラトランジスタが $I_B$ 一定モードで、後段のバイポーラトランジスタが $V_B$ 一定モードで動作する構成とする方がより有利である。

【0035】以下、前段のバイポーラトランジスタを $I_B$ 一定モードで、後段のバイポーラトランジスタを $V_B$ 一定モードで動作させる構成とした場合の更なる効果について説明する。

【0036】図3はバイポーラトランジスタを2つのバイアスモード( $I_B$ 一定、及び $V_B$ 一定)で動作させたときの、利得の圧縮量(Gain Compression)を示す図であり、図において横軸は出力電力(Pout)を示す。図3において、黒丸は $I_B$ 一定モードで動作させたときの利得の圧縮量を、白丸は $V_B$ 一定モードで動作させたときの利得の圧縮量を示す。また、図4は同じくバイポーラトランジスタを2つのバイアスモード( $I_B$ 一定、及び $V_B$ 一定)で動作させたときの、位相の回転量(Phase)を示す図であり、図において横軸は、図3と同様、出力電力(Pout)を示す。図4において、黒丸は $I_B$ 一定モードで動作させたときの位相の回転量を、白丸は $V_B$ 一定モードで動作させたときの位相の回転量を示す。

【0037】図3、図4のデータは、同一デバイス(エミッタサイズ:  $4 \times 40 \mu m^2 \times 40$ 本)を2つのバイアスモード( $I_B$ 一定、及び $V_B$ 一定)で動作させて測定し、得られたものである。また、各測定においては、バイアスコレクタ電流は480mA、コレクタ電圧( $V_{CC}$ )は2.4Vで動作させている。

【0038】図3から判るように、出力電力(Pout)が29dBm以下では、利得の圧縮は $I_B$ 一定モードで動作させたものにおいては抑制されている。

【0039】優れた歪特性を要求される、高出力、高効率2段アンプにおいては、通常1段目の素子は線型領域(歪が小さい、すなわち、利得の圧縮量、位相の回転量がともに少ない領域)で使用し、2段目の素子では、歪の規格を満たす範囲で出力電力、及び付加効率を向上させようとする。

10 【0040】また、図4から判るように、出力電力(Pout)が29dBm以下では、2つのバイアスモードともに、位相はほとんど回転しない。

【0041】従って、バイポーラトランジスタを用いた2段アンプにおいては、1段目の素子は $I_B$ 一定モードで動作させた方がよい。

20 【0042】図5はバイポーラトランジスタを2つのバイアスモード( $I_B$ 一定、及び $V_B$ 一定)で動作させたときの、付加効率(PAE: Power Added Efficiency)を示す図であり、図において横軸は出力電力(Pout)を、縦軸は付加効率を示す。図5において、黒丸は $I_B$ 一定モード、バイアスコレクタ電流 $I_C = 480$ mAで動作させたときの付加効率を、白丸は $V_B$ 一定モード、バイアスコレクタ電流 $I_C = 480$ mAで動作させたときの付加効率を、白四角は $V_B$ 一定モード、バイアスコレクタ電流 $I_C = 300$ mAで動作させたときの付加効率を示す。測定デバイスの構造、及びコレクタ電圧( $V_{CE}$ )は図3、図4のものと同一である。

30 【0043】歪の値を規格(規格値はACP(Adjacent Channel Power)  $\leq -48$ dBc)すると、図5中で点線で示したように、バイアス $I_C = 480$ mAのとき、 $I_B$ 一定モード、 $V_B$ 一定モードともにPAE=51%であるが、 $V_B$ 一定モードの場合、バイアス $I_C = 300$ mAにすると、出力はほとんど低下せずにPAE=53%に上昇する。また、すべての出力レベルにおいて、 $I_B$ 一定モードよりも $V_B$ 一定モードの方がPAEが高い。従って、効率が重要となる2段目の素子は、 $I_B$ 一定モードよりも $V_B$ 一定モードで動作させる方がよい。

40 【0044】このように、本実施の形態1によるマイクロ波帯アンプでは、前段のバイポーラトランジスタを $I_B$ 一定モードで、後段のバイポーラトランジスタを $V_B$ 一定モードで動作させる構成としたことにより、増幅素子のサイズを大きくすることなく、優れた歪特性を要求される、高出力、高効率2段アンプを容易に構成できるという更なる効果を奏するものである。

50 【0045】実施の形態2。次に本発明の実施の形態2によるマイクロ波帯アンプについて説明する。本実施の形態2によるマイクロ波帯アンプは2段構成に接続したバイポーラトランジスタのうち、 $V_B$ 一定モードで動作する前段のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧( $V_{BE}$ )を、その前段バイポーラトランジスタが $R$

級に近いA B級ないしC級の動作級で動作するような低い値とし、 $V_B$ 一定モードで動作する後段のバイポーラトランジスタの $V_{BE}$ を、この後段バイポーラトランジスタがA級またはA B級の動作級で動作するような通常のバイアス電圧に設定したものである。具体的な回路構成は、図1に示す実施の形態1によるマイクロ波帯アンプにおいて定電流源5を定電圧源に変更することにより実現される。

【0046】次に動作について説明する。図6は本実施の形態2によるマイクロ波帯アンプの効果を説明するための図であり、図において、21は入力電力( $P_{in}$ )に対する前段のバイポーラトランジスタ1の利得の変化、22は入力電力( $P_{in}$ )に対する後段のバイポーラトランジスタ2の利得の変化、23はアンプトータルの入力電力( $P_{in}$ )に対する利得の変化をそれぞれ示す。

【0047】バイポーラトランジスタの例として、AlGaAs/GaAs HBT (Heterojunction Bipolar Transistor) をここでは取り上げる。AlGaAs/GaAs HBTでは、利得のリニアリティを保つためにはベースエミッタ間電圧( $V_{BE}$ ) $\sim 1.35V$ 程度で使用するが、本実施の形態2では、前段のHBT1のみさらに低い $V_{BE}$ 、例えば $V_{BE}\sim 1.25V$ とする。このようにベースエミッタ間電圧 $V_{BE}$ を低くして動作させると、前段のHBTによる利得は、図6中の曲線21に示すように、入力電力 $P_{in}$ の増加とともに増加する。後段のHBTは、 $V_{BE}\sim 1.35V$ で使用すると、図6中の曲線22に示すように、 $P_{in}$ が小さい範囲で利得はリニアリティがあり、 $P_{in}$ が増加すると利得は減少する。

【0048】従って、前後段のバイポーラトランジスタの $V_{BE}$ を適当に選んでやることによって、図6に示すように、アンプトータルの利得を $P_{in}$ が高い範囲までフラットに保つことができる。

【0049】このように、本実施の形態2によるマイクロ波帯アンプでは、バイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタを、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものとし、かつ、前段のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧を、該バイポーラトランジスタがB級に近いA B級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定し、後段のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧を、該バイポーラトランジスタがA級またはA B級の動作級で動作するような電圧に設定した構成としたから、入力電力に対する利得の変化を前段と後段で補い合うことにより、アンプトータルの利得を $P_{in}$ が高い範囲までフラットに保つことができ、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを実現できる。

【0050】なお、上記実施の形態2では、前段のバイポーラトランジスタを低い $V_{BE}$  ( $V_{BE}\sim 1.25V$ )

$\sim 1.35V$ ) で使用する構成としたが、前段のバイポーラトランジスタを通常の $V_{BE}$  ( $V_{BE}\sim 1.35V$ ) で、後段のバイポーラトランジスタを低い $V_{BE}$  ( $V_{BE}\sim 1.25V$ ) で使用する構成としてもよく、上記実施の形態2と同様の効果を奏する。

【0051】また、上記実施の形態2では、前段、及び後段のバイポーラトランジスタを、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものとしたが、前段、及び後段のバイポーラトランジスタを、そのいずれもがベース電流一定モードで動作するものとし、前段、又は後段のいずれかのバイポーラトランジスタのベース電流を、該バイポーラトランジスタのコレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いA B級の動作級で動作する値となるような電流値に設定し、他方のバイポーラトランジスタのベース電流を、そのコレクタ電流が、該他方のバイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはA B級の動作級で動作する値となるような電流値に設定するようにしてもよい。例えば、バイポーラトランジスタとしてAlGaAs/GaAs HBTを用いる場合を考えると、前段のバイポーラトランジスタのベース電流 $I_B$ をこの前段のバイポーラトランジスタのコレクタ電流 $I_C$ が $I_C=0\sim 1/10\times$ 飽和電流( $I_{CS}$ )になるように設定する。ここで飽和電流の定義は、 $I_{CS}=\text{エミッタ面積}(\text{cm}^2)\times 10^5\text{A}/\text{cm}^2$ である。一方、後段のバイポーラトランジスタのベース電流 $I_B$ は、この後段のバイポーラトランジスタがA級またはA B級の動作級で動作するような値に設定する。コレクタ電流 $I_C$ が $0\sim 1/10\times$ 飽和電流( $I_{CS}$ )になるように設定された前段のバイポーラトランジスタは、B級に近いA B級の動作級で動作し、利得は、入力電力 $P_{in}$ の増加とともに増加する。後段のバイポーラトランジスタは、A級またはA B級の動作級で動作するので、 $P_{in}$ が小さい範囲で利得はリニアリティがあり、 $P_{in}$ が増加すると利得は減少する。従って、上記実施の形態2のマイクロ波帯アンプと同様、入力電力に対する利得の変化を前段と後段で補い合うことにより、アンプトータルの利得を $P_{in}$ が高い範囲までフラットに保つことができ、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを実現できる。

【0052】実施の形態3. 次に本発明の実施の形態3によるマイクロ波帯アンプについて説明する。本実施の形態3によるマイクロ波帯アンプは2段構成に接続したバイポーラトランジスタのうち、前段を $I_B$ 一定モードで、後段を $V_B$ 一定モードで動作させるようにするとともに、 $I_B$ 一定モードで動作する前段のバイポーラトランジスタのベース電流を該バイポーラトランジスタのコレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いA B級の動作級で動作する値となるような電流値に設定し、 $V_B$ 一定モードで動作する後段のバイポーラトランジスタの $V_{BE}$ を、この後段バイポー

後段のバイポーラトランジスタを通常の $V_{BE}$  ( $V_{BE}\sim 1.35V$ )

ラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するような通常のバイアス電圧に設定したものである。具体的な回路構成は、図1に示す実施の形態1によるマイクロ波帯アンプと同様である。そして、例えば、バイポーラトランジスタ1、2としてAlGaAs/GaAs HBTを用いる場合を考えると、後段のバイポーラトランジスタ2は $V_{BE}=1.35V$ 一定モードで動作させ、前段のバイポーラトランジスタ1が $I_C=0\sim 1/10\times$ 飽和電流( $I_{CS}$ )になるように $I_B$ を調節する。

【0053】このような本実施の形態3によるマイクロ波帯アンプでは、前段を $I_B$ 一定モードで、後段を $V_B$ 一定モードで動作させるようにしていることにより、前段で生じる位相の回転が後段の位相の回転によりキャンセルされることにより、アンプトータルでの位相の回転を抑制でき、さらに、 $I_B$ 一定モードで動作する前段のバイポーラトランジスタのベース電流を該バイポーラトランジスタのコレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定し、 $V_B$ 一定モードで動作する後段のバイポーラトランジスタの $V_{BE}$ を、この後段バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するような通常のバイアス電圧に設定したことにより、入力電力に対する利得の変化を前段と後段で補い合うことにより、アンプトータルの利得を $P_{in}$ が高い範囲までフラットに保つことができる。すなわち、本実施の形態3のマイクロ波帯アンプでは、上記実施の形態1における図2に示す効果、及び上記実施の形態1における図6に示す効果の両方を同時に実現でき、極めて低歪なアンプが作製できる。

【0054】なお、上記実施の形態3では、前段を $I_B$ 一定モードで $I_C$ を絞りを、後段を $V_B$ 一定モードで通常バイアスをかける構成としたが、前段を $V_B$ 一定モードで通常バイアスをかけ、 $I_B$ 一定モードで $I_C$ を絞りを、後段を $I_B$ 一定モードで $I_C$ を絞る構成としてもよく、上記実施の形態3と同様の効果を奏する。

【0055】また、上記実施の形態3では、 $I_B$ 一定モードで動作するバイポーラトランジスタがB級に近いAB級の動作級で動作する構成としたが、 $I_B$ 一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベース電流を通常のバイアス、すなわちバイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作するような値とし、 $V_B$ 一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベース電圧を該バイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定した構成としてもよく、この場合も上記実施の形態1における図2に示す効果、及び上記実施の形態1における図6に示す効果の両方を同時に実現でき、極めて低歪なアンプが作製できる。

【0056】実施の形態4. 図7は本発明の実施の形態4によるマイクロ波帯アンプの構成を示す同図である。

図において、図1と同一符号は同一又は相当部分である。本実施の形態4によるマイクロ波帯アンプは、前段、及び後段のバイポーラトランジスタを、そのいずれもがベース電流一定モードで動作するものとし、前段のバイポーラトランジスタ1をベース接地とし、後段のバイポーラトランジスタ2をエミッタ接地としたものである。

【0057】上記実施の形態1ないし3はいずれも前、後段ともバイポーラトランジスタをエミッタ接地としていたが、本実施の形態4では上述のように前段のバイポーラトランジスタ1をベース接地とし、後段のバイポーラトランジスタ2をエミッタ接地としている。各バイポーラトランジスタの $V_{BE}$ の値としては、例えば、AlGaAs/GaAs HBTの場合、前段の $V_{BE}$ を $-1.35V$ 、後段の $V_{BE}$ を $1.35V$ とする。

【0058】ベース接地のバイポーラトランジスタを $V_B$ 一定モードで動作させると、エミッタ接地でかつ $I_B$ 一定で動作させたときと同様に、位相の回転を正方向にすることが広い入力インピーダンスの範囲で可能となる。従って、本実施の形態4のマイクロ波帯アンプは、前、後段ともバイポーラトランジスタをエミッタ接地とし、前段のバイポーラトランジスタを $I_B$ 一定モードで、後段のバイポーラトランジスタを $V_B$ 一定モードで動作させるようにした上記実施の形態1と同様の効果を奏する。

【0059】このように、本実施の形態4によるマイクロ波帯アンプでは、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタを、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものとし、前段のバイポーラトランジスタ1をベース接地、後段のバイポーラトランジスタ2をエミッタ接地としたから、上記実施の形態1と同様、前段で生じる位相の回転が後段の位相の回転によりキャンセルされることにより、アンプトータルでの位相の回転を抑制でき、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを実現できる。

【0060】なお、上記実施の形態4では前段のバイポーラトランジスタ1をベース接地、後段のバイポーラトランジスタ2をエミッタ接地としたが、前段のバイポーラトランジスタ1をエミッタ接地、後段のバイポーラトランジスタ2をベース接地としてもよく、上記実施の形態4と同様の効果を奏する。

【0061】また、上記実施の形態4では前段、及び後段のバイポーラトランジスタを、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものとしたが、前段、及び後段のバイポーラトランジスタを、そのいずれもがベース電流一定モードで動作するものとしてもよい。この構成では、ベース接地のバイポーラトランジスタを $I_B$ 一定モードで動作させることとなるが、ベース接地のバイポーラトランジスタを $I_B$ 一定モードで動作させると、エ

ミッタ接地でかつ $V_B$ 一定で動作させたときと同様に、位相の回転を負方向にすることが広い入力インピーダンスの範囲で可能となる。従って、このような構成とした場合も、前段で生じる位相の回転が後段の位相の回転によりキャンセルされることにより、アンプトータルでの位相の回転を抑制でき、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを実現できる。

【0062】実施の形態5。次に本発明の実施の形態5によるマイクロ波帯アンプについて説明する。本実施の形態5によるマイクロ波帯アンプは、図7に示す実施の形態4によるマイクロ波帯アンプにおいて、前段のベース接地のバイポーラトランジスタ1の $V_{BE}$ の絶対値の値を小さく（マイナスの値を小さく）し、この前段のバイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定し、一方、後段のエミッタ接地のバイポーラトランジスタ2の $V_{BE}$ をこの後段バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するような通常のバイアス電圧に設定したものである。具体的には、AlGaAs/GaAs HBTを例にとると、前段のバイポーラトランジスタの $V_{BE}$ を $-1.25V$ （一定）とし、後段のバイポーラトランジスタの $V_{BE}$ を $-1.35V$ （一定）とする。

【0063】このような構成とすることにより、上記実施の形態4の効果に加えて、上記実施の形態2の効果、すなわち、入力電力に対する利得の変化を前段と後段で補い合うことにより、アンプトータルの利得をPinが高い範囲までフラットに保つことができる効果が得られ、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを実現できる。

【0064】なお、上記実施の形態5では、前段のバイポーラトランジスタ1の $V_{BE}$ の絶対値の値を小さくしたが、後段のバイポーラトランジスタ2の $V_{BE}$ の値を小さくするようにしてもよい。また、上記実施の形態5では、前段のバイポーラトランジスタ1をベース接地、後段のバイポーラトランジスタ2をエミッタ接地としたが、前段のバイポーラトランジスタ1をエミッタ接地、後段のバイポーラトランジスタ2をベース接地としてもよい。

【0065】また、上記実施の形態5では前段、及び後段のバイポーラトランジスタを、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものとし、一方のバイポーラトランジスタの $V_{BE}$ の絶対値の値を小さくしたが、前段、及び後段のバイポーラトランジスタを、そのいずれもがベース電流一定モードで動作するものとし、一方のバイポーラトランジスタの $I_B$ を該一方のバイポーラトランジスタのコレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定し、他方のバイポーラトランジスタの $I_B$ を該一方のバイポーラトランジスタのコレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作する値

となるような電流値に設定するようにしてもよく、上記実施の形態5と同様の効果を奏する。

【0066】また、上記実施の形態5では前段、及び後段のバイポーラトランジスタを、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものとしたが、一方がベース電圧一定モード、他方がベース電流一定モードで動作するものとし、ベース電圧一定モードで動作するバイポーラトランジスタの $V_{BE}$ を該バイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定し、ベース電流一定モードで動作するバイポーラトランジスタを該バイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作する通常のバイアスとするか、あるいはベース電流一定モードで動作するバイポーラトランジスタの $I_B$ を該一方のバイポーラトランジスタのコレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定し、ベース電圧一定モードで動作するバイポーラトランジスタを該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作する通常のバイアスとする構成としてもよい。この場合は、前段、後段での位相の回転の補償の効果は得られないが、前段、後段での利得の補償の効果を得られるものである。

【0067】実施の形態6。次に本発明の実施の形態6によるマイクロ波帯アンプについて説明する。本実施の形態6によるマイクロ波帯アンプは、2段構成に接続したバイポーラトランジスタを、前段、後段共にベース接地とし、前（または後）を $I_B$ 一定モードで、後（または前）段を $V_B$ 一定モードで動作させるようにしたものである。

【0068】上述したように、ベース接地のバイポーラトランジスタを $V_B$ 一定モードで動作させると、エミッタ接地でかつ $I_B$ 一定で動作させたときと同様に、位相の回転を正方向にすることが広い入力インピーダンスの範囲で可能となり、一方、ベース接地のバイポーラトランジスタを $I_B$ 一定モードで動作させると、エミッタ接地でかつ $V_B$ 一定で動作させたときと同様に、位相の回転を負方向にすることが広い入力インピーダンスの範囲で可能となる。従って、本実施の形態6のマイクロ波帯アンプは、前、後段ともバイポーラトランジスタをエミッタ接地とし、一方のバイポーラトランジスタを $I_B$ 一定モードで、他方のバイポーラトランジスタを $V_B$ 一定モードで動作させるようにした上記実施の形態1と同様、前段で生じる位相の回転が後段の位相の回転によりキャンセルされることにより、アンプトータルでの位相の回転を抑制でき、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを実現できる。

【0069】実施の形態7。次に本発明の実施の形態7によるマイクロ波帯アンプについて説明する。本実施の形態7によるマイクロ波帯アンプは、2段構成に接続し

たバイポーラトランジスタを、前段、後段共にベース接地とし、前（または後）を  $I_B$  一定モードで、後（または前）段を  $V_B$  一定モードで動作させるとともに、 $V_B$  一定モードで動作するバイポーラトランジスタの  $V_{BE}$  を該バイポーラトランジスタが B 級に近い A B 級から C 級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定し、 $I_B$  一定モードで動作するバイポーラトランジスタを該バイポーラトランジスタが小信号領域において A 級または A B 級の動作級で動作する通常のバイアスとするか、あるいは  $I_B$  一定モードで動作するバイポーラトランジスタの  $I_B$  を該一方のバイポーラトランジスタのコレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域において B 級に近い A B 級の動作級で動作する値となるような電流値に設定し、 $V_B$  一定モードで動作するバイポーラトランジスタを該バイポーラトランジスタが A 級または A B 級の動作級で動作する通常のバイアスとする構成としたものである。

【0070】このような構成とすることにより、上記実施の形態 6 の効果に加えて、上記実施の形態 2 の効果、すなわち、入力電力に対する利得の変化を前段と後段で補い合うことにより、アンプトータルの利得を  $P_{in}$  が高い範囲までフラットに保つことができる効果が得られ、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを実現できる。

【0071】なお、上記実施の形態 7 では前（または後）を  $I_B$  一定モードで、後（または前）段を  $V_B$  一定モードで動作させるようにしたが、前段、及び後段のバイポーラトランジスタを、そのいずれもが  $V_B$  一定モード、又はそのいずれもが  $I_B$  一定モードで動作するものとしてもよい。この場合は、前段、後段での位相の回転の補償の効果は得られないが、前段、後段での利得の補償の効果を得られるものである。

【0072】実施の形態 8、上記実施の形態 1 ないし実施の形態 7 では、いずれもマイクロ波帯アンプが 2 段構成であるものについて説明したが、本発明は、3 段以上のアンプについても適用可能である。

【0073】上記各実施の形態の説明から明らかなように、各段のバイポーラトランジスタの動作のさせかたには、ベース接地とするかエミッタ接地とするか、及び  $I_B$  一定モードで動作させるか  $V_B$  一定モードで動作させるかがあり、これらの組み合わせで各段ごとに 4 通りのパターンがある。従って、マイクロ波帯アンプの段数が  $n$  段（ $n$  は 3 以上の整数）であれば、考えられる回路の組み合わせは  $4^n$  通りとなる。しかし、これらのすべてが、位相の回転の補償の効果を奏するものではなく、 $n$  段のうちの少なくとも 1 段が他の段と位相の回転方向が異なるような組み合わせである必要がある。

【0074】具体的には、 $n$  段（ $n$  は 3 以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタが、いずれもエミッタ接地、又はいずれもベ

ーヌ接地（以下の整数）のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであること、又は、 $n$  段（ $n$  は 3 以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタが、いずれもベース電圧一定モードで動作する、又はいずれもベース電流一定モードで動作するものであり、 $n$  段のうちの  $m$  段（ $m$  は 1 以上  $n-1$  以下の整数）のバイポーラトランジスタがベース接地であり、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタがエミッタ接地であることが必要である。このような構成とすることにより、位相の回転の補償の効果が得られ、歪み特性の優れたマイクロ波帯アンプを 3 段以上の構成で実現できるものである。

【0075】また、 $n$  段のうちの少なくとも 1 段のバイポーラトランジスタのバイアス値を、そのバイポーラトランジスタの利得が  $P_{in}$  に対して増加するような値にすれば、利得の変化を補償することも可能である。

【0076】具体的には、

i)  $n$  段（ $n$  は 3 以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタが、いずれもベース電圧一定モードで動作するものとし、 $n$  段のうちの  $m$  段（ $m$  は 1 以上  $n-1$  以下の整数）のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタが B 級に近い A B 級から C 級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタが A 級または A B 級の動作級で動作するような電圧に設定されている構成。

ii)  $n$  段（ $n$  は 3 以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタが、いずれもベース電流一定モードで動作するものとし、 $n$  段のうちの  $m$  段（ $m$  は 1 以上  $n-1$  以下の整数）のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが B 級に近い A B 級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが A 級または A B 級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されている構成。

iii)  $n$  段（ $n$  は 3 以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、 $n$  段のうちの  $m$  段（ $m$  は 1 以上  $n-1$  以下の整数）のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであり、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものとし、上記  $m$  段のうちの  $k$  段（ $k$  は 1 以上  $m$  以下の整数）のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧を、該バイポーラトランジスタが B 級に近い A B 級から C 級までのいずれかの動作級で動作す

るような電圧に設定し、上記残りの $(n-m)$ 段のバイポーラトランジスタ及び上記 $m$ 段のうちの残りの $(m-k)$ 段のバイポーラトランジスタのうちの少なくとも1つを該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するようにバイアスした構成。

【0079】iv)  $n$ 段( $n$ は3以上の整数)構成のマイクロ波帯アンプにおいて、 $n$ 段のうちの $m$ 段( $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、残りの $(n-m)$ 段のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものとし、上記 $m$ 段のうちの $k$ 段( $k$ は1以上 $m$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタのベース電流を、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定し、上記残りの $(n-m)$ 段のバイポーラトランジスタ及び上記 $m$ 段のうちの残りの $(m-k)$ 段のバイポーラトランジスタのうちの少なくとも1つを該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するようにバイアスした構成。

【0080】v)  $n$ 段( $n$ は3以上の整数)構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタがいずれもベース電圧一定モードで動作するものとし、 $n$ 段のうちの $m$ 段( $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタがエミッタ接地で動作するものであり、残りの $(n-m)$ 段のバイポーラトランジスタがベース接地で動作するものとし、上記 $m$ 段のうちの $k$ 段( $k$ は1以上 $m$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧を、該バイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定し、上記残りの $(n-m)$ 段のバイポーラトランジスタ及び上記 $m$ 段のうちの残りの $(m-k)$ 段のバイポーラトランジスタのうちの少なくとも1つを該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するようにバイアスした構成。

【0081】vi)  $n$ 段( $n$ は3以上の整数)構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタがいずれもベース電流一定モードで動作するものとし、 $n$ 段のうちの $m$ 段( $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタがエミッタ接地で動作するものであり、残りの $(n-m)$ 段のバイポーラトランジスタがベース接地で動作するものとし、上記 $m$ 段のうちの $k$ 段( $k$ は1以上 $m$ 以下の整数)のバイポーラトランジスタのベース電流を、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定し、上記残りの $(n-m)$ 段のバイポーラトランジスタ及び上記 $m$ 段のうちの残りの $(m-k)$ 段のバイポーラトランジスタのうちの少なくとも1つを該バイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作

とにより、利得の変化を補償する効果を得ることができ、歪み特性の優れたマイクロ波帯アンプを3段以上の構成で実現できるものである。

【0082】なお、上記位相の回転の補償の効果を得る各構成に上記利得の変化を補償する効果を得る i) ~v i) の構成を組み合わせることにより、位相の回転の補償の効果と利得の変化を補償する効果の両方の効果を奏する3段以上の多段構成のマイクロ波帯アンプを実現することも可能である。

10 【0083】また、 $n$ 段( $n$ は3以上の整数)構成のマイクロ波帯アンプにおいて、初段バイポーラトランジスタをベース電流一定モードで動作するものとし、最終段のバイポーラトランジスタをベース電圧一定モードで動作するものとするにより、上記実施の形態1で説明した、増幅素子のサイズを大きくすることなく、優れた歪特性を要求される、高出力、高効率の多段アンプを容易に構成できるという効果が得られることはいうまでもない。

20 【0084】【発明の効果】以上のように、本発明に係るマイクロ波帯アンプ(請求項1)によれば、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがエミッタ接地、又はそのいずれもがベース接地であり、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作し、他方のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作する構成としたから、前段で生じる位相の回転が後段の位相の回転によりキャンセルされることにより、アンプトータルでの位相の回転を抑制でき、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを実現できる効果がある。

30 【0085】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ(請求項2)によれば、請求項1記載のマイクロ波帯アンプにおいて、上記ベース電圧一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、上記ベース電流一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されている構成としたから、前段で生じる位相の回転が後段の位相の回転によりキャンセルされることにより、アンプトータルでの位相の回転を抑制できるとともに、入力電力に対する利得の変化を前段と後段で補い合うことにより、アンプトータルの利得を $P_{in}$ が高い範囲までフラットに保つことができ、歪特性の極めて優れたマイクロ波帯アンプを実現できる効果がある。

50 【0086】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ(請求項3)によれば、請求項1記載のマイクロ波帯ア

ンプにおいて、上記ベース電流一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、上記ベース電圧一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するような電圧に設定されている構成としたから、前段で生じる位相の回転が後段の位相の回転によりキャンセルされることにより、アンプトータルでの位相の回転を抑制できるとともに、入力電力に対する利得の変化を前段と後段で補い合うことにより、アンプトータルの利得をPinが高い範囲までフラットに保つことができ、歪特性の極めて優れたマイクロ波帯アンプを実現できる効果がある。

【0087】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項4）によれば、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものであり、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該一方のバイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、他方のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該他方のバイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するような電圧に設定された構成としたから、入力電力に対する利得の変化を前段と後段で補い合うことにより、アンプトータルの利得をPinが高い範囲までフラットに保つことができ、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを実現できる効果がある。

【0088】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項5）によれば、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該一方のバイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、他方のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該他方のバイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定された構成としたから、入力電力に対する利得の変化を前段と後段で補い合うことにより、アンプトータルの利得をPinが高い範囲までフラットに保つことができ、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを実現できる効果がある。

【0089】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項6）によれば、増幅素子としてバイポーラト

ランジスタを使用した2段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作する、又はそのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタがベース接地であり、他方のバイポーラトランジスタがエミッタ接地である構成としたから、前段で生じる位相の回転が後段の位相の回転によりキャンセルされることにより、アンプトータルでの位相の回転を抑制でき、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを実現できる効果がある。

【0090】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項7）によれば、請求項6記載のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものであり、かつ、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該一方のバイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、他方のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該他方のバイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するような電圧に設定されている構成としたから、前段で生じる位相の回転が後段の位相の回転によりキャンセルされることにより、アンプトータルでの位相の回転を抑制できるとともに、入力電力に対する利得の変化を前段と後段で補い合うことにより、アンプトータルの利得をPinが高い範囲までフラットに保つことができ、歪特性の極めて優れたマイクロ波帯アンプを実現できる効果がある。

【0091】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項8）によれば、請求項6記載のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、及び後段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、かつ、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該一方のバイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、他方のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該他方のバイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されている構成としたから、前段で生じる位相の回転が後段の位相の回転によりキャンセルされることにより、アンプトータルでの位相の回転を抑制できるとともに、入力電力に対する利得の変化を前段と後段で補い合うことにより、アンプトータルの利得をPinが高い範囲までフラットに保つことができ、歪特性の極めて優れたマイクロ波帯アンプを実現できる効果がある。

【0092】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項9）によれば、増幅素子としてバイポーラト

10

20

30

40

50



ンジスタを使用した２段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、他方のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであり、上記ベース電圧一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがＢ級に近いＡＢ級からＣ級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、上記ベース電流一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてＡ級またはＡＢ級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されている構成としたから、入力電力に対する利得の変化を前段と後段で補い合うことにより、アンプトータルの利得を $P_{in}$ が高い範囲までフラットに保つことができ、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを実現できる効果がある。

【００９３】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項１０）によれば、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した２段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段、又は後段のいずれか一方のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、他方のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであり、上記ベース電流一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてＢ級に近いＡＢ級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、上記ベース電圧一定モードで動作するバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがＡ級またはＡＢ級の動作級で動作する値となるような電圧に設定されている構成としたから、入力電力に対する利得の変化を前段と後段で補い合うことにより、アンプトータルの利得を $P_{in}$ が高い範囲までフラットに保つことができ、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを実現できる効果がある。

【００９４】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項１１）によれば、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した２段構成のマイクロ波帯アンプにおいて、前段バイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、後段のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものとしたから、増幅素子のサイズを大きくすることなく、優れた歪特性を要求される、高出力、高効率２段アンプを容易に構成できるという効果がある。

【００９５】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項１２）によれば、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段（ $n$ は３以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがエミッタ接地、又はそのい

上 $n-1$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作する構成としたから、アンプトータルでの位相の回転を抑制でき、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを３段以上の多段構成で実現できる効果がある。

【００９６】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項１３）によれば、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段（ $n$ は３以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものであり、 $n$ 段のうちの $m$ 段（ $m$ は１以上 $n-1$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがＢ級に近いＡＢ級からＣ級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがＡ級またはＡＢ級の動作級で動作する値となるような電圧に設定されている構成としたから、アンプトータルでの利得の変化を抑制でき、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを３段以上の多段構成で実現できる効果がある。

【００９７】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項１４）によれば、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段（ $n$ は３以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、 $n$ 段のうちの $m$ 段（ $m$ は１以上 $n-1$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてＢ級に近いＡＢ級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてＡ級またはＡＢ級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されている構成としたから、アンプトータルでの利得の変化を抑制でき、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを３段以上の多段構成で実現できる効果がある。

【００９８】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項１５）によれば、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段（ $n$ は３以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタは、そのいずれもがベース電圧一定モードで動作する、又はそのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、 $n$ 段のうちの $m$ 段（ $m$ は１以上 $n-1$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタがベース接地であり、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタがエミッタ接地である構成としたから、アンプトータルでの位相の回転を抑制でき、歪特性の優れたマイクロ波帯

10

20

30

40

50



アンプを3段以上の多段構成で実現できる効果がある。

【0099】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項16）によれば、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段（ $n$ は3以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、 $n$ 段のうちの $m$ 段（ $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであり、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、上記 $m$ 段のうちの $k$ 段（ $k$ は1以上 $m$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、上記残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタ及び上記 $m$ 段のうちの残りの（ $m-k$ ）段のバイポーラトランジスタのうちの少なくとも1つが該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するようにバイアスされている構成としたから、アンプトータルでの利得の変化を抑制でき、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを3段以上の多段構成で実現できる効果がある。

【0100】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項17）によれば、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段（ $n$ は3以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、 $n$ 段のうちの $m$ 段（ $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作するものであり、上記 $m$ 段のうちの $k$ 段（ $k$ は1以上 $m$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、上記残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタ及び上記 $m$ 段のうちの残りの（ $m-k$ ）段のバイポーラトランジスタのうちの少なくとも1つが該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するようにバイアスされている構成としたから、アンプトータルでの利得の変化を抑制でき、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを3段以上の多段構成で実現できる効果がある。

【0101】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項18）によれば、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段（ $n$ は3以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタはそのいずれもがベース電圧一定モードで動作するものであり、 $n$ 段のうちの $m$ 段（ $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタがエミッタ接地で動作するものであり、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタがベース接地で動作するものであり、上記 $m$ 段のうちの $k$ 段（ $k$ は1以上 $m$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタのベースエミッタ間電圧が、該バイポ

ーラトランジスタがB級に近いAB級からC級までのいずれかの動作級で動作するような電圧に設定されており、上記残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタ及び上記 $m$ 段のうちの残りの（ $m-k$ ）段のバイポーラトランジスタのうちの少なくとも1つが該バイポーラトランジスタがA級またはAB級の動作級で動作するようにバイアスされている構成としたから、アンプトータルでの利得の変化を抑制でき、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを3段以上の多段構成で実現できる効果がある。

【0102】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項19）によれば、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段（ $n$ は3以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、各段のバイポーラトランジスタはそのいずれもがベース電流一定モードで動作するものであり、 $n$ 段のうちの $m$ 段（ $m$ は1以上 $n-1$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタがエミッタ接地で動作するものであり、残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタがベース接地で動作するものであり、上記 $m$ 段のうちの $k$ 段（ $k$ は1以上 $m$ 以下の整数）のバイポーラトランジスタのベース電流が、コレクタ電流が、該バイポーラトランジスタが小信号領域においてB級に近いAB級の動作級で動作する値となるような電流値に設定されており、上記残りの（ $n-m$ ）段のバイポーラトランジスタ及び上記 $m$ 段のうちの残りの（ $m-k$ ）段のバイポーラトランジスタのうちの少なくとも1つが該バイポーラトランジスタが小信号領域においてA級またはAB級の動作級で動作するようにバイアスされている構成としたから、アンプトータルでの利得の変化を抑制でき、歪特性の優れたマイクロ波帯アンプを3段以上の多段構成で実現できる効果がある。

【0103】また、本発明に係るマイクロ波帯アンプ（請求項20）によれば、増幅素子としてバイポーラトランジスタを使用した $n$ 段（ $n$ は3以上の整数）構成のマイクロ波帯アンプにおいて、初段バイポーラトランジスタがベース電流一定モードで動作するものであり、最終段のバイポーラトランジスタがベース電圧一定モードで動作する構成としたから、増幅素子のサイズを大きくすることなく、優れた歪特性を要求される、高出力、高効率の多段アンプを容易に構成できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1によるマイクロ波帯アンプの構成を示す図である。

【図2】 実施の形態1によるマイクロ波帯アンプの入力電力と位相の回転の関係を示す図である。

【図3】 バイポーラトランジスタを2つのバイアスモード（ $I_B$ 一定、及び $V_B$ 一定）で動作させたときの、利得の圧縮量（Gain Compression）を示す図である。

【図4】 バイポーラトランジスタを2つのバイアスモ

ード ( $I_B$  一定, 及び  $V_B$  一定) で動作させたときの、位相の回転量 (Phase) を示す図である。

【図5】 バイポーラトランジスタを2つのバイアスモード ( $I_B$  一定, 及び  $V_B$  一定) で動作させたときの、付加効率 (PAE: Power Added Efficiency) を示す図である。

【図6】 この発明の実施の形態2によるマイクロ波帯アンプの入力電力と利得の関係を示す図である。

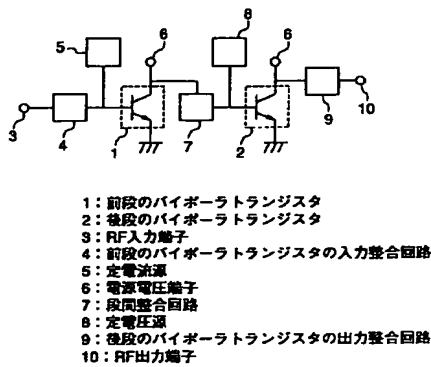
【図7】 この発明の実施の形態4によるマイクロ波帯アンプの構成を示す図である。

【符号の説明】

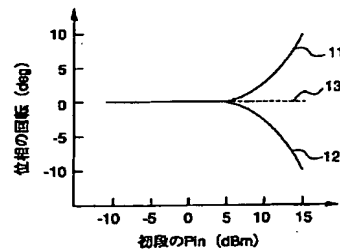
1 前段のバイポーラトランジスタ、2 後段のバイポーラトランジスタ、3 RF入力端子、4 前段のバイポ

ーラトランジスタの整合回路、5 定電流源、6 電源電圧端子、7 段間整合回路、8 定電圧源、9 後段のバイポーラトランジスタの出力整合回路、10 RF出力端子、11 前段のバイポーラトランジスタの入力電力に対する出力電力の位相の回転量、12 後段のバイポーラトランジスタの入力電力に対する出力電力の位相の回転量、13 アンプトータルでの入力電力に対する出力電力の位相の回転量、21 前段のバイポーラトランジスタの入力電力に対する利得の変化、22 後段のバイポーラトランジスタの入力電力に対する利得の変化、23 アンプトータルでの入力電力に対する利得の変化。

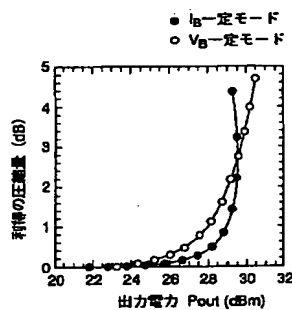
【図1】



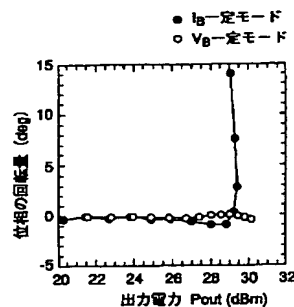
【図2】



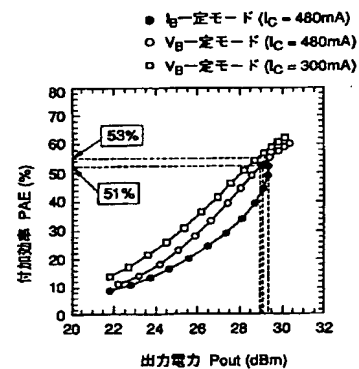
【図3】



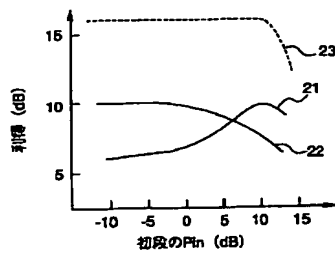
【図4】



【図5】

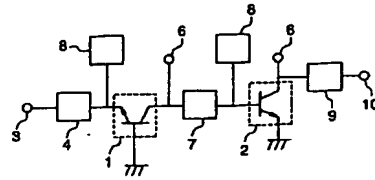


【図6】



21：前段のバイポーラトランジスタの入力電力に対する利得の変化  
22：後段のバイポーラトランジスタの入力電力に対する利得の変化  
23：アンプトータルでの入力電力に対する利得の変化

【図7】



【手続補正書】

【提出日】平成8年11月15日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正内容】

【0003】従来のマイクロ波帯高出力アンプでは、増幅素子として使用されるトランジスタの特性に起因して生じる位相の回転や利得の圧縮を補償するため、トランジスタの前段にダイオード、FET、バイポーラトランジスタを挿入していた。また、優れた歪特性を要求される、高出力、高効率2段アンプにおいては、通常、1段目の素子は線型領域（歪が小さい、すなわち、利得の圧縮量、位相の回転量がともに少ない領域）で使用し、2段目の素子では、歪の規格を満たす範囲で出力電力、及び付加効率を向上させようとする。そして、従来のマイクロ波帯アンプでは、前段（1段目）の素子の線型領域を大きくするため、及び後段（2段目）の素子が歪の規格を満たすために、それぞれの素子のサイズを大きくし

ていた。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正内容】

【0005】また、従来のマイクロ波帯アンプは、優れた歪特性を要求される、高出力2段アンプを作製するために、素子のサイズを大きくしていたため、回路全体が大型化し、コスト増を招くとともに、高効率を実現することが困難であるという問題点があった。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】また、この発明は、優れた歪特性をもつ、高出力、高効率の2段アンプを、素子のサイズ拡大を抑制しつつ実現することを目的とする。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**